

PATENT 5000-1-23



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Chang-Hee LEE; et al.  
SERIAL NO. : Unassigned  
FILED : Herewith  
FOR : BI-DIRECTIONAL OPTICAL-AMPLIFIER MODULE

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

Dear Sir:

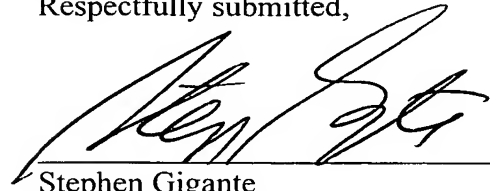
Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2001-9129	February 23, 2001

To perfect Applicant's claim to priority, certified copies of the above listed prior filed Application is enclosed.

Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Stephen Gigante", is written over a horizontal line. To the right of the signature, the date "1/22/02" is handwritten.

Stephen Gigante  
Attorney for Applicant  
Registration No. 42,576

KLAUBER & JACKSON  
411 Hackensack Avenue  
Hackensack, NJ 07601  
(201)487-5800

#2

9476

# 대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

10979 U.S. PTO

10/054322



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 9129 호  
Application Number

출원년월일 : 2001년 02월 23일  
Date of Application

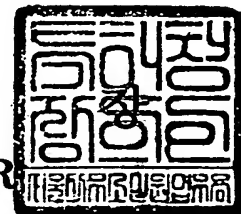
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2001 년 06 월 11 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2001.02.23
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	양방향 광증폭 모듈
【발명의 영문명칭】	Bidirectional Optical Amplifier
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창희
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Hee
【주민등록번호】	610923-1657711
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110-102
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오윤제
【성명의 영문표기】	OH, Yun Je
【주민등록번호】	620830-1052015
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 두산아파트 805-106
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황성택
【성명의 영문표기】	HWANG, Seung Taek
【주민등록번호】	650306-1535311

【우편번호】	459-100
【주소】	경기도 평택시 송탄지역 독곡동 491 대림아파트 102-303
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김현덕
【성명의 영문표기】	KIM,Hyun Duck
【주민등록번호】	700502-1768715
【우편번호】	711-880
【주소】	대구광역시 달성군 유가면 유곡1리 272
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신정훈
【성명의 영문표기】	SHIN,Jung Hoon
【주민등록번호】	751022-1768218
【우편번호】	711-840
【주소】	대구광역시 달성군 옥포면 간경리 490
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조윤희
【성명의 영문표기】	CHO,Yoon Hee
【주민등록번호】	760730-2017611
【우편번호】	140-211
【주소】	서울특별시 용산구 한남1동 568-228
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이견주 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	18 면 18,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	22 항 813,000 원
【합계】	860,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 양방향 광증폭 모듈에 있어서, 제1, 제2, 제3, 제4 광증폭기와, 입출력되는 상향 또는 하향 광신호에 미리 설정된 신호 처리를 수행하는 중간단 소자와, 양방향 광증폭 모듈의 제1 입/출력 단자로 입력되는 광신호를 제1 광증폭기에 제공하며, 제4 광증폭기에서 출력되는 광신호를 제1 입/출력 단자로 출력하는 제1 광신호 경로 설정기와, 양방향 광증폭 모듈의 제2 입/출력 단자로 입력되는 광신호를 제2 광증폭기에 제공하며, 제3 광증폭기에서 출력되는 광신호를 제2 입/출력 단자로 출력하는 제2 광신호 경로 설정기와, 제1 광증폭기에서 출력되는 광신호를 중간단 소자의 제1 입출력단으로 출력하며, 중간단 소자의 제1 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 제4 광증폭기에 제공하는 제2 광신호 경로 설정기와, 제2 광증폭기에서 출력되는 광신호를 중간단 소자의 제2 입출력단으로 출력하며, 중간단 소자의 제2 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 제3 광증폭기에 제공하는 제3 광신호 경로 설정기를 포함하여 구성한다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

양방향 광증폭, 파장선택 결합, 광써큘레이터

**【명세서】****【발명의 명칭】**

양방향 광증폭 모듈{Bidirectional Optical Amplifier}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a, b, c, d는 일반적인 양방향 광전송 장치의 광증폭 모듈의 구조 예시도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 양방향 광전송 장치의 광증폭 모듈의 구조 예시도

도 3a, b, c, d는 도 2에 도시된 파장선택 결합기의 구조도

도 4는 도 2의 양방향 광증폭 모듈에서 다중반사에 의한 상대강도 잡음(RIN: Relative Intensity Noise)의 발생 경로를 나타낸 도면

도 5a, b, c, d, e는 본 발명에 따른 양방향 광전송 장치의 광증폭 모듈의 다른 실시예의 구조도

도 6은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 광증폭 모듈의 구조도

도 7은 본 발명의 특징에 따른 양방향 광전송 장치의 광증폭 모듈의 구조도

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<8> 본 발명은 양방향 광전송 장치에서 광섬유나 광소자에 의한 광신호의 손실을 보상



하는 양방향 광증폭 모듈(bidirectional optical amplifier)에 관한 것으로서, 특히 양방향 광통신의 제한 요인인 다중반사(multiple reflection)를 억제할 수 있으며, 보다 경제적인 수 있는 다단 양방향 광증폭 모듈(multi-stage bidirectional optical amplifier)에 관한 것이다.

- <9> 양방향 광전송 장치에서는 하나 또는 둘 이상의 다중화된 광신호들을 하나의 광섬유를 통해 서로 반대 방향으로 전달한다. 따라서 광섬유의 이용 효율을 높일 수 있고, 동일한 광섬유를 이용해 전송용량을 증가시킬 수 있으며, 동일한 수의 채널을 수용할 경우 광섬유 내에서의 광비선형(optical nonlinearity) 현상을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.
- <10> 반면, 양방향 광전송 장치에서는 광섬유의 레일리 역산란(Rayleigh back scattering)이나 광소자 등의 광반사(optical reflection)에 의해 유발되는 다중 반사광에 의해 광신호가 열화될 수 있다. 특히, 광섬유나 소자에 의한 광신호의 손실을 보상하기 위해 광증폭기를 사용할 경우, 반사광이 광증폭기에 의해 증폭되고, 누적되어 신호의 열화가 심화될 수 있다.
- <11> 이러한 광신호의 열화를 최소화하기 위해서는 광증폭기의 이득을 제한하여야 하는데, 그럴 경우에는 동일한 전송거리에 대해 더 많은 광증폭기가 요구되므로 비용이 증가하게 된다. 따라서 양방향 광전송 장치에서는 다중반사를 억제하면서도 효과적으로 광신호를 증폭하는 광증폭기가 필요하게 된다.
- <12> 도 1은 양방향 광전송 장치에 사용되어온 종래의 일반적인 광증폭기의 예시 구조도이다. 도 1에 도시된 바와 같은 광증폭기들은 각각 다중 반사광을 억제하기 위한 다양한 수단들을 제안한다.

<13> 먼저 도 1a에 도시된 양방향 광증폭 모듈은 미국 특허번호 제5,815,308호(명칭: Bidirectional Optical Amplifier)에 개시된 바와 같은 구조로서, 양방향 광증폭기들(Bidirectional Optical Amplifier: BOA1, BOA2) 사이에 파장 가변 반사 억제기(FTRA: Frequency Tunable Reflection Attenuator)(110)를 삽입하여 다중 반사를 억제한다. 파장 가변 반사 억제기(110)는 방향성 결합기(Directional Coupler: DC)와, 통과 대역이 다른 두개의 대역 통과 필터(OBPF: Optical Band Pass Filter)(112a, 112b)와, 두개의 광단향관(Iso: Isolator)(114a, 114b)을 사용하여, 반사광이 광단향관(114a, 11b)이나 대역 통과 필터(112a, 112b)에 의해 감쇄되도록 하는 구조를 가진다. 이때 각 양방향 광증폭기(BOA1, BOA2)는 에르븀 첨가 광섬유(EDF: Erbium-Doped Fiber amplifier)와, 펌프 레이저 다이오드(Pump LD)와, 펌프광을 광섬유 증폭기에 제공하기 위한 파장분할다중화기(WDM: Wavelength Division Multiplexer)를 구비한다.

<14> 도 1b에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈(C. H. Kim and Y. C. Chung 2.5 Gb/s x 16-Channel bidirectional WDM transmission system using bidirectional Erbium-doped fiber amplifier based on spectrally interleaved synchronized Etalon Filters, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 11, no. 6, pp. 745-747, June 1999)은 양방향으로 진행하는 광신호를 증폭하기 위해 두개의 2단 단방향 광증폭기(two-stage unidirectional amplifier)와 광써클레이터(optical circulator)(Cir)로 결합하여 구성되었으며, 각 2단 단방향 광증폭기를 구성하는 두 개의 광섬유 증폭기(EDF)의 중간단(mid-stage)에 각각 삽입된 통과 파장이 다른 동기화된 에탈론 필터(Synchronized Etalon Filter1, 2)와 광써클레이터에 의해 다중 반사광이 억제된다.

<15> 도 1c에 개시된 광증폭 모듈(S. Radic, A. Srivastava, T. Nielsen, J. Centanni,

and C. Wolf, 25 GHz interleaved bidirectional transmission at 10 Gb/s, , PD7, 2000 )은 두개의 2단 단방향 광증폭기(two-stage unidirectional amplifier)를 파장 교대 결합기(wavelength interleaver)(IL)로 결합하여 구성되었으며, 각각의 단방향 광증폭기 내부에서 광증폭기(UOA)에 구비되는 광단향관과 파장 교대 결합기에 의해 다중 반사광이 억제된다.

<16> 도 1d의 광증폭 모듈은 미국 특허번호 제6,018,404호(명칭: BIDIRECTIONAL OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEM COMPRISING A BIDIRECTIONAL OPTICAL AMPLIFIER)에 개시된 바와 같은 구조로서, 양방향으로 진행하는 광파를 파장선택 결합기(WSC : Wavelength Selective Coupler)를 통해 분리한 후, 다시 다른 하나의 파장선택성 결합기를 이용해 두신호가 동일한 방향으로 진행하도록 결합하고, 하나의 단방향 광증폭기로 증폭하게 된다. 단방향 광증폭기의 출력은 파장선택성 결합기에 의해 분리된 후, 각각 다른 파장선택성 결합기에 입력되어 양방향으로 진행하게 된다. 이를 일점쇄선의 화살표로 표시된 바와 같이 좌측 방향에서 우측 방향으로 진행하는 광신호를 진행 과정을 통해 보다 상세히 살펴보면, 이러한 광신호는 파장선택성 제1결합기(141)를 통과하며 제2결합기(142)에서 반사되어 단방향 광증폭기(150)를 입력되고, 단방향 광증폭기(150)에서 출력된 후 제3결합기(143)에서 반사되며 제4결합기(144)를 통과하여 우측 방향으로 진행하게 된다. 이러한 광증폭 모듈에서는 파장선택성 결합기와 단방향 광증폭기 내부에 사용되는 광단향관에 의해 다중 반사광이 억제된다.

<17> 한편, 양방향 광전송 장치의 용량 증대를 위해 단위 채널의 전송속도(bit rate)를 높이거나 다중화되는 채널 수를 증가시키려면 분산 보상 광섬유(DCF : Dispersion Compensating Fiber)와 광증폭기 이득 평탄화기(gain flattening filter) 등을 사용하여

야 한다. 이러한 소자들은 광신호 대 잡음비의 저하를 최소화하기 위해 일반적으로 다단 (multi-stage) 광증폭기의 중간단(mid-stage)에 삽입되는데, 상기 도 1a, b, c, d에 제시된 광증폭 모듈들은 이들을 효과적으로 수용하기 어려운 단점이 있다.

<18> 예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서는 양방향으로 진행하는 광신호가 하나의 광증폭기들(BOA1, BOA2)에서 동시에 증폭 될 수 있다. 하지만, 레일레이 역산란이 일반적인 단일모드 광섬유(conventional single mode fiber)보다 큰 분산 보상 광섬유를 채용할 경우, 다중 반사에 의한 광증폭기 이득 제한과 신호 열화를 극복하기 위해 분산 보상 광섬유를 파장 가변 반사 억제기(FTRA)(110) 내부에 사용하여야 한다. 따라서 신호의 진행방향별로 별도의 중간단 소자가 필요하다. 특히, 이러한 광증폭기는 두개의 양방향 광증폭기(BOA1, BOA2)를 사용하는데, 양방향 광증폭기는 광단향관의 구비 없이 구성되므로 발진(lasing)하거나 불안정(unstable)해질 우려가 있다.

<19> 도 1b와 도 1c에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서는 신호의 진행 방향별로 별도의 2단 단방향 광증폭기를 사용하므로 중간단 소자도 신호의 진행 방향에 따라 별도로 필요하다.

<20> 도 1d에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서는 하나의 광증폭기가 양방향으로 진행하는 광신호를 동시에 증폭하므로 하나의 분산 보상 광섬유만 사용하여 양방향으로 진행하는 광신호를 증폭하고, 색분산을 보상할 수 있지만, 양방향으로 진행하는 광신호가 분산보상 광섬유 내에서 같은 방향으로 진행하므로 분산보상 광섬유의 비선형성에 의해서 신호가 열화될 가능성이 있다. 특히, 하나의 단방향 광증폭기를 사용하기 위해 양방향으로 진행하는 광파를 먼저 파장선택성 결합기를 사용하여 동일한 방향으로 진행하도록 결합한 후, 증폭하게 되므로 잡음지수(noise figure)가 나쁜 단점이 있다.

<21>       상기한 바와 같이, 하나의 광섬유를 통해 양방향으로 광신호를 전달하는 양방향 광 전송 기술은 제한된 광섬유를 이용하여 광전송 장치 및 광통신망의 용량을 늘이기 위한 효율적인 방안이다. 그런데, 광섬유에서의 레일레이 역산란이나 각종 광반사에 의해 유발되는 다중 반사에 의해 광전송 장치 및 광통신망의 성능이 제한되는 단점이 있다. 특히, 광증폭기를 사용하는 광전송 장치 및 광통신망에서는 다중 반사광이 증폭되고 누적되며, 다중 반사광에 의해 광증폭기의 이득이 제한된다.

<22>       따라서 양방향 광전송 장치의 구현을 위해서는 이상에서 제기된 문제점을 극복하면서도 다중 반사를 억제할 수 있는 새로운 구조의 광증폭기가 필요하다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<23>       따라서 본 발명의 목적은 내부 다중 반사를 억제하면서 증폭기의 이득을 증가시킬 수 있는 양방향 광증폭기를 제공함에 있다.

<24>       본 발명의 다른 목적은 보다 저비용으로 구성할 수 있는 양방향 광증폭기를 제공함에 있다.

<25>       본 발명의 또다른 목적은 분산 보상 광섬유 등에서 초래되는 비선형 현상과 안전성을 개선할 수 있는 양방향 광증폭기를 제공함에 있다.

<26>       상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 양방향 광증폭 모듈에 있어서, 제1, 제2, 제3, 제4 광증폭기와, 입출력되는 상향 또는 하향 광신호에 미리 설정된 신호 처리를 수행하는 중간단 소자와, 양방향 광증폭 모듈의 제1 입/출력 단자로 입력되는 광신호를 제1 광증폭기에 제공하며, 제4 광증폭기에서 출력되는 광신호를 제1 입/출력 단자로 출력하는 제1 광신호 경로 설정기와, 양방향 광증폭 모듈의 제2 입/출력 단자로 입력되는

광신호를 제2 광증폭기에 제공하며, 제3 광증폭기에서 출력되는 광신호를 제2 입/출력 단자로 출력하는 제2 광신호 경로 설정기와, 제1 광증폭기에서 출력되는 광신호를 중간단 소자의 제1 입출력단으로 출력하며, 중간단 소자의 제1 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 제4 광증폭기에 제공하는 제2 광신호 경로 설정기와, 제2 광증폭기에서 출력되는 광신호를 중간단 소자의 제2 입출력단으로 출력하며, 중간단 소자의 제2 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 제3 광증폭기에 제공하는 제3 광신호 경로 설정기를 포함하여 구성함을 특징으로 한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<27> 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

<28> 본 발명의 일 실시예에 따른 양방향 광증폭 모듈은 도 2와 같이 구성된다. 도 2에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서 제1 입/출력 단자(P1)에는 좌측에서 우측으로 진행하는 하향 광신호가 입력되고, 우측에서 좌측으로 진행하는 상향 광신호가 출력되며, 제2 입/출력 단자(P2)에는 상향 광신호가 입력되고, 증폭된 하향 광신호가 출력된다.

<29> 제1 입/출력 단자(P1)로 입력된 하향신호는 제1 파장선택 결합기(WSC1)를 거쳐 제1 단방향 광증폭기(UOA 1 : Unidirectional Optical Amplifier 1)에서 증폭된 후, 제1 광써큘레이터(Cir1)를 거쳐 중간단 소자(mid-stage device)(211)로 입력된다. 중간단 소자(211)를 통과한 하향신호는 제2 광써큘레이터(Cir2)를 거쳐 제3 단방향 광증폭기

(UOA 3)에서 증폭된 후, 제2 파장선택 결합기(WSC2)를 거쳐 제2 입/출력 단자(P2)로 출력된다.

<30> 한편, 제2 입/출력 단자(P2)로 입력된 상향신호는 제2 파장선택 결합기(WSC2)를 거쳐 제2 단방향 광증폭기(UOA2)에서 증폭된 후, 제2 광써큘레이터(Cir2)를 거쳐 중간단 소자(211)로 입력된다. 중간단 소자를 통과한 상향신호는 제1 광써큘레이터(Cir1)를 거쳐 제2 단방향 광증폭기(UOA4)에서 증폭된 후, 제1 파장선택 결합기(WSC1)를 거쳐 제1 입/출력단자(P1)로 출력된다.

<31> 상기와 같은 본 발명에 따른 광증폭 모듈에 삽입되는 중간단 소자(211)로는 분산 보상 광섬유나 광섬유 이득 평탄화용 소자, 광증폭기의 잡음 누적을 억제하는 광증폭기 잡음 제거용 필터(ASE rejection filter), 그리고 광신호의 파워를 조절하기 위한 가변 감쇄기 등이 사용될 수 있다.

<32> 또한 상기 광증폭 모듈에 사용되는 단방향 광증폭기들(UOA1, UOA2, UOA3, UOA4)들은 반도체 광증폭기(semiconductor optical amplifier), 에르븀(Er), 프라세오디뮴(Pr) 또는 툴륨(Tm) 등을 이용한 각종 희토류 첨가 광섬유 증폭기, 라만(Raman) 광증폭기 중 어느 하나이다. 이러한 광증폭기들은 한 방향으로 진행하는 광신호들을 증폭할 수 있도록 내부에 광단향관(optical isolator)이 사용될 수 있다.

<33> 도 2에 도시된 바와 같은 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)에서 광증폭 모듈의 입/출력 단자에 연결된 공통단자(a)와 제1, 제2 단방향 광증폭기(UOA1, UOA2)의 입력단자에 연결된 출력단자(b) 사이에는 특정파장의 광신호가 전달할 수 있고, 상기 공통단자(a)와 다른 제3, 제4 단방향 광증폭기(UOA3, UOA4)의 출력단자에 연결된 입력단자(c) 사이에는 상기 파장의 광신호를 제외한 다른 파장의 광신호들만 전달될 수 있다.

- <34>      상기 도 2에 도시된 광증폭 모듈에서 양방향으로 전달될 수 있는 광신호들의 파장은 파장선택 결합기의 신호 전달 특성에 의해 결정되는데, 파장선택 결합기를 통해 전달되는 광신호의 파장을 구분하는 방법은 대역 분할(ban-split)방식 또는 파장 교대(wavelength-interleaved) 방식 중 어느 하나이다. 대역 분할 방식에서는 서로 반대방향으로 진행되는 하향신호와 상향신호의 파장을 서로 다른 대역에 배치하는 것이며, 파장 교대 방식에서는 서로 반대 방향으로 진행되는 하향신호와 상향신호의 파장이 인접하여 교대로 배치한다.
- <35>      이러한 파장선택 결합기의 구조 및 동작을 도 3을 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다. 도 3a는 대역 분할 방식으로 배치된 양방향 신호를 분리/결합할 수 있는 파장선택 결합기의 예인데, 공통단자(a)와 출력단자(b) 사이와 상기 공통단자(a)와 입력단자(b) 단자를 통해 전달될 수 있는 광신호의 파장이 서로 다른 대역에 있으며, 파장 다중화기(WDM: Wavelength Division Multiplexer)가 대표적인 예이다.
- <36>      이러한 도 3a에 도시된 바와 같은 대역 분할 방식으로 배치된 양방향 신호를 분리/결합할 수 있는 파장선택 선택 결합기는 도 3b에 도시된 바와 같이 하나의 광써큘레이터(Cir)와 두개의 대역통과필터(BF1, BF2)로 구현할 수 있다. 이 경우 사용되는 제1, 제2 대역통과필터(BF1, BF2)는 통과대역과 차단대역이 서로 반대이다. 즉, 상기 파장선택 결합기는 하나의 입력(c), 출력(b), 공통(a)단자를 가진 하나의 광써큘레이터(Cir)와, 하나의 입력, 출력 단자를 가지며 특정 파장대역의 광신호는 통과시키고 다른 파장대역의 광신호는 차단하는 제1 대역통과필터(BF1)와, 하나의 입력, 출력 단자를 가지며 상기 제1 대역통과필터(BF1)와 통과 및 차단대역이 반대인 제2 대역통과필터(BF2)로 구성되어, 상기 광써큘레이터(Cir)의 출력 단자는 상기 제1 대역통과필터(BF1)의 입력 단자에 연결



되고, 상기 광써클레이터(Cir)의 입력 단자는 상기 제2 대역통과필터(BF2)의 출력 단자에 연결된다.

<37> 도 3c는 파장 교대 방식으로 배치된 양방향 신호를 분리/결합 할 수 있는 파장선택 결합기의 예인데, 공통단자(a)와 출력단자(b) 사이와 상기 공통단자(a)와 입력단자(b) 단자를 통해 전달될 수 있는 광신호의 파장이 서로 인접하여 교대로 배치되며, 파장 교대 결합기(wavelength interleaver)가 대표적인 예이다.

<38> 파장 교대 방식으로 배치된 양방향 신호를 분리/결합할 수 있는 파장선택 결합기(WSC)는 도 3d에 도시된 바와 같이 하나의 광써클레이터(Cir)와 두개의 콤 필터(CF1, CF2)로 구현할 수 있다. 이 경우 사용되는 콤 필터(CF1, CF2)는 동일한 주기로 통과대역이 반복되지만, 통과대역의 절대값이 주기의 반만큼 서로 떨어진다. 즉, 상기 파장선택 결합기는 하나의 입력(c), 출력(b), 공통(a)단자를 가진 하나의 광써클레이터(Cir)와, 하나의 입력, 출력 단자를 가지며 통과 또는 차단되는 파장 대역이 일정주기로 반복되는 하나의 제1 콤 필터(CF1)와, 하나의 입력, 출력 단자를 가지며 상기 제1 콤 필터(CF1)의 통과/차단대역과 차단/통과대역이 일치하는 제2 콤 필터(CF2)로 구성되어, 상기 광써클레이터(Cir)의 출력 단자(b)는 상기 제1 콤 필터(CF1)의 입력 단자에 연결되고, 상기 광써클레이터(Cir)의 입력 단자(c)는 상기 콤 필터(CF2)의 출력 단자에 연결된다.

<39> 도 4는 도 2의 양방향 광증폭기를 사용한 양방향 광전송 장치에서 다중반사에 의한 상대강도 잡음(RIN: Relative Intensity Noise)의 발생 경로를 도시한 것으로, 도 4에서는 하향신호에 대해서만 도시하였지만 상향신호에 대해서도 유사한 상

대강도 잡음 발생경로가 존재한다. 도 4에서 R1과 R2는 양방향 광증폭기의 두 입/출력 단자(P1, P2)에서 각각 측정한 전송용 광섬유의 광반사율을 나타내며, 전송용 광섬유의 레일레이 역산란에 의한 광반사를 포함한다.

- <40> 본 발명에 따른 광증폭 모듈을 사용한 양방향 광전송 장치에서 발생하는 주요한 상대강도 잡음 발생경로는 두가지 형태가 있는 바, 제1 상대강도 잡음(RIN1)은 양방향 광증폭 모듈의 좌측에 연결된 전송용 광섬유와 중간단 소자(211)에서의 반사에 의해 발생된다. 이 경로에서는 중간단 소자(211)에 입력된 하향 신호의 일부분이 반사된 후, 제4 단방향 광증폭기(UOA4)에서 증폭되고, 제1 파장선택 결합기(WSC1)에서 누화된 후, 다시 전송용 광섬유에서 R1만큼 반사되어 하향 신호와 합쳐짐으로써 발생된다. 이 경로에서 발생하는 상대강도 잡음은 제1 파장선택 결합기(WSC1)에서 한번 감쇄(attenuation)된다.
- <41> 제2 상대강도 잡음(RIN2)은 중간단 소자(211)와 양방향 광증폭 모듈의 우측에 연결된 전송용 광섬유에서의 반사에 의해 발생된다. 이 경로에서는 전송용 광섬유에서 R2만큼 반사된 하향 신호가 제2 파장선택 결합기(WSC2)에서 누화된 후, 제2 단방향 광증폭기(UOA2)에서 증폭되고, 다시 중간단 소자(211)에서 반사되어 하향 신호와 합쳐짐으로써 발생된다. 이 경로에서 발생하는 상대강도 잡음은 제2 파장선택 결합기(WSC2)에서 한번 감쇄(attenuation)된다.
- <42> 이와 같이 본 발명에 따른 광증폭기를 사용한 양방향 광전송 장치에서 발생하는 상대강도 잡음은 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)에 의해 각각 감쇄된다. 따라서 양방향 광전송 장치와 통신망의 제한 요인인 다중반사에 의한 상대강도 잡음을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 분산보상 광섬유와 같은 레일레이 역산란과 광반사가 큰 중간단 소자를 사용하더라도 이들에 의한 상대강도 잡음의 누적을 줄일 수 있다.

- <43> 도 5a, b, c, d, e는 본 발명에 따른 양방향 광증폭 모듈의 다른 실시 예들이다.
- 먼저 도 5a에 도시된 광증폭 모듈은 도 2에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서 제1 파장 선택 결합기(WSC1)와 제1 광써클레이터(Cir1)의 위치를 상호 바꾼 것이다. 또한 5b에 도시된 광증폭 모듈은 도 5a의 광증폭 모듈에서 제2 파장선택 결합기(WSC2)와 제2 광써클레이터(Cir2)의 위치를 상호 바꾼 것이다. 이러한 도 5a, 도 5b에 도시된 광증폭 모듈에서 발생하는 상대 강도 잡음은 도 2의 광증폭 모듈의 경우와 동일하다.
- <44> 한편, 도 2에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서 두개의 광써클레이터를 각각 두개의 파장선택 결합기로 대체하면 발생하는 상대 강도 잡음을 더욱 줄일 수 있다. 즉, 도 5c에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서는 각각의 상대 강도 잡음(RIN1, RIN2)이 도시된 바와 같이 대체된 제3, 제4 파장선택 결합기(WSC3, WSC4)에 의해 한번 더 감쇄된다.
- <45> 또한 상기 도 5c에 도시된 광증폭 모듈에서 제1 파장선택 결합기(WSC1)를 광써클레이터(Cir1)로 대체하여 도 5d에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈을 구성하거나, 제3 파장 선택 결합기(WSC3)를 광써클레이터(Cir1)로 대체하여 도e에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈을 구현할 수 있다.
- <46> 도 7은 본 발명의 특징에 따른 양방향 광전송 장치의 광증폭 모듈의 구조도로서, 상기 도 2내지 도 5에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈을 총괄적으로 나타내었다. 도 7을 참조하면, 광증폭 모듈은 제1 입/출력 단자(P1)와 제1단(1)이 연결되어 입력되는 하향 신호를 제3단(3)으로 출력하며, 제2단(2)으로 입력되는 상향 신호를 제1단(1)으로 출력하는 제1 광신호 경로 설정기(PS1)와, 제1 광신호 경로 설정기(PS1)의 제3단으로 출력되는 하향 신호를 증폭하는 제1 광증폭기(OA1)와, 제1 광신호 경로 설정기(PS1)의 제2단으로 입력되는 상향 광신호를 증폭하는 제4 광증폭기(OA4)와, 제1 광증폭기(OA1)에서 증폭

되어 출력되는 하향 광신호를 제2단(2)으로 입력받아 제1단(1)으로 출력하며 제1단으로 입력되는 상향 광신호를 제3단(3)을 통해 제4 광증폭기(OA4)로 출력하는 제2 광신호 경로 설정기(PS2)를 포함하여 구성된다.

<47> 또한 상기 광증폭 모듈은 제2 입/출력 단자(P2)와 제1단(1) 연결되어 입력되는 상향 신호를 제3단(3)으로 출력하며, 제2단(2)으로 입력되는 상향 신호를 제1단(1)으로 출력하는 제4 광신호 경로 설정기(PS4)와, 제4 광신호 경로 설정기(PS4)의 제3단으로 출력되는 상향 신호를 증폭하는 제2 광증폭기(OA2)와, 제4 광신호 경로 설정기(PS4)의 제2단으로 입력되는 하향 광신호를 증폭하는 제3 광증폭기(OA3)와, 제2 광증폭기(OA2)에서 증폭되어 출력되는 상향 광신호를 제2단(2)으로 입력받아 제1단(1)으로 출력하며 제1단으로 입력되는 하향 광신호를 제3단(3)을 통해 제3 광증폭기(OA3)로 출력하는 제3 광신호 경로 설정기(PS3)를 포함하여 구성되며, 또한 상기 제2, 제3 광신호 경로 설정기(PS2, PS3) 각각의 제1단과 양단이 연결되어 입출력되는 상향 또는 하향 신호에 미리 설정된 신호 처리를 수행하는 중간단 소자(211)를 구비한다. 이때 상기 중간단 소자(211)는 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 또는 이들의 조합으로 이루어진다. 상기에서 각각의 광신호 경로 설정기는 파장선택 결합기 또는 광써큘레이터 일수 있다.

<48> 상기 도 7에 도시된 바와 같은 구성을 가지는 광증폭 모듈에서 광신호의 경로를 살펴보면, 먼저 하향 광신호는 제1 입/출력 단자(P1) -> 제1 광신호 경로 설정기(PS1) -> 제1 광증폭기(OA1) -> 제2 광신호 경로 설정기(PS2) -> 중간단 소자(211) -> 제3 광신호 경로 설정기(PS3) -> 제3 광증폭기(OA3) -> 제4 광신호 경로 설정기(PS4) -> 제2 입/출력 단자(P2)로 진행하게 된다. 상향 광신호는 제2 입/출력 단자(P2) -> 제4 광신호 경

로 설정기(PS4) -> 제2 광증폭기(OA2) -> 제3 광신호 경로 설정기(PS3) -> 중간단 소자(211) -> 제2 광신호 경로 설정기(PS2) -> 제4 광증폭기(OA4) -> 제1 광신호 경로 설정기(PS1) -> 제1 입/출력 단자(P1)로 진행하게 된다.

<49> 도 6은 본 발명에 따른 양방향 광증폭 모듈의 또 다른 실시 예이다. 도 6을 참조하면, 광증폭 모듈의 제1 입/출력 단자(P1)로 입력된 하향 신호(일점 쇄선)는 제1 파장선택 결합기(WSC5)를 거쳐 제5 단방향 광증폭기(UOA5)에서 증폭된 후, 제7 파장선택 결합기(WSC7)에서 상향 신호(점선)와 합쳐진 후, 중간단 소자(211)로 입력된다. 중간단 소자(211)를 통과한 하향신호는 제8 파장선택 결합기(WSC8)에서 상향 신호와 분리된 후, 제7 단방향 광증폭기(UOA3)에서 증폭된 후, 제6 파장선택 결합기(WSC6)를 거쳐 광증폭 모듈의 제2 입/출력단자(P2)를 통해 출력된다.

<50> 광증폭 모듈의 제2 입/출력 단자(P2)로 입력된 상향 신호는 제6 파장선택 결합기(WSC6)를 거쳐 제6 단방향 광증폭기(UOA6)에서 증폭된 후, 제7 파장선택 결합기(WSC7)에서 하향 신호와 합쳐진 후, 중간단 소자(211)로 입력된다. 중간단 소자(211)를 통과한 상향신호는 제8 파장선택 결합기(WSC8)에서 하향 신호와 분리된 후, 제8 단방향 광증폭기(UOA8)에서 증폭된 후, 제5 파장선택 결합기(WSC5)를 거쳐 광증폭 모듈의 제1 입/출력 단자(P1)를 통해 출력된다.

<51> 이러한 도 6에 도시된 바와 같은 광증폭 모듈에서는 상향 신호와 하향 신호가 중간단 소자(211)를 공유하지만 중간단 소자(211) 내에서 동일한 방향으로 진행한다는 점이 앞의 실시 예들과 다르다.

<52> 상기와 같은 구성에 의해 본 발명의 특징에 따른 양방향 광증폭 모듈이 이루어질

수 있다.

<53> 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<54> 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 광증폭기는 다음과 같은 장점이 있다.

<55> 첫째, 본 발명에 따른 광증폭 모듈의 구조에서는 양방향으로 진행하는 광신호들이 하나의 중간단 소자를 양방향으로 통과한다. 따라서, 각 방향별로 별도의 중간단 소자가 필요하지 않으므로 비용을 줄일 수 있어 경제적이다.

<56> 둘째, 본 발명에 따른 광증폭 모듈의 구조에서는 중간단 소자에서 발생하는 신호의 열화를 최소화 할 수 있도록 구성된다. 예를 들어 중간단 소자로서 분산 보상 광섬유가 사용될 경우, 분산 보상 광섬유는 코어의 면적이 작고, 레일레이 후방산란이 일반적인 단일 모드 광섬유 보다 크기 때문에 양방향으로 진행하는 광신호를 열화시킬 수 있다. 본 발명에 따른 광증폭 모듈에서는 파장선택 결합기에 의해 상대강도 잡음의 발생을 감쇄시키며, 분산 보상 광섬유 내에서 광신호가 양방향으로 통과하도록 구성함으로써 광비선형 현상을 약화시킬 수 있도록 구현되었다.

<57> 셋째, 본 발명에 따른 양방향 광증폭 모듈은 내부에 광단향관을 가진 단방향 광증

폭기를 사용하여 구현됨으로써 광증폭기의 발진을 막고, 안정성을 개선할 수 있도록 구현되었다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

양방향 광증폭 모듈에 있어서,

제 1 광증폭기와,

제2 광증폭기와,

제 3 광증폭기와,

제4 광증폭기와,

입출력되는 상향 또는 하향 광신호에 미리 설정된 신호 처리를 수행하는 중간단 소자와,

상기 양방향 광증폭 모듈의 제1 입/출력 단자로 입력되는 광신호를 상기 제1 광증폭기에 제공하며, 상기 제4 광증폭기에서 출력되는 광신호를 상기 제1 입/출력 단자로 출력하는 제1 광신호 경로 설정기와,

상기 양방향 광증폭 모듈의 제2 입/출력 단자로 입력되는 광신호를 상기 제2 광증폭기에 제공하며, 상기 제3 광증폭기에서 출력되는 광신호를 상기 제2 입/출력 단자로 출력하는 제2 광신호 경로 설정기와,

상기 제1 광증폭기에서 출력되는 광신호를 상기 중간단 소자의 제1 입출력단으로 출력하며, 상기 중간단 소자의 제1 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 상기 제4 광증폭기에 제공하는 제2 광신호 경로 설정기와,

상기 제2 광증폭기에서 출력되는 광신호를 상기 중간단 소자의 제2 입출력단으로 출력하며, 상기 중간단 소자의 제2 입출력단으로부터 출력되는 광신호를 상기 제3 광증



폭기에 제공하는 제3 광신호 경로 설정기를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 제1, 제4 광신호 경로 설정기는 파장선택 결합기이며, 상기 제2, 제3 광신호 경로 설정기는 광써클레이터임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 제1, 제4 광신호 경로 설정기는 광써클레이터이며, 상기 제2, 제3 광신호 경로 설정기는 파장선택 결합기임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 제1, 제3 광신호 경로 설정기는 광써클레이터이며, 상기 제2, 제4 광신호 경로 설정기는 파장선택 결합기임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3, 제4 광신호 경로 설정기는 파장선택 결합기임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

**【청구항 6】**

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3, 제4 광신호 경로 설정기는 중 미리 설정된 하나는 광써큘레이터이며, 나머지는 파장선택 결합기임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

**【청구항 7】**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 중간단 소자는 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

**【청구항 8】**

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제1 파장선택 결합기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와

상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제4광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제1 광써큘레이터와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제2 파장선택 결합기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와

상기 제2 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제3 단방향 광증폭기와  
상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제2 광써클레이터와,

상기 제1, 제2 광써클레이터의 공통 단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 9】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 광써클레이터와,

상기 제1 광써클레이터의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 광써클레이터의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와,

상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와, 상기 제4 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제1 파장선택 결합기와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제2 파장선택 결합기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제3 단방향 광증폭기와,

상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제2 광써클레이터와,

상기 제1 파장선택 결합기의 공통단자와 상기 제2 광써클레이터의 공통 단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 10】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제1 광써클레이터와,

상기 제1 광써클레이터의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 광써클레이터의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와,  
 상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제4 단방향 광증폭기의 입력단자에  
 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제1 파장선택 결합기와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분  
 리/결합을 수행하는 제2 광써클레이터와,

상기 제2 광써클레이터의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와,  
 상기 제2 광써클레이터의 입력단자에 출력단자가 연결된 단방 제3 향 광증폭기와,  
 상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에  
 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제2 파장선택 결합기와,

상기 제1, 제2 파장선택 결합기의 공통단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수  
 단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조  
 절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하  
 는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 11】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를  
 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분  
 리/결합을 수행하는 제1 파장선택 결합기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와,

상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제4 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제3 파장선택 결합기와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제2 파장선택 결합기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제3 단방향 광증폭기와,

상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제4 파장선택 결합기와,

상기 제3, 제4 파장선택 결합기의 공통단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

## 【청구항 12】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제1 광써클레이터와,

상기 제1 광써클레이터의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 광써클레이터의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와,

상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제4 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제1 파장선택 결합기와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제2 파장선택 결합기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제3 단방향 광증폭기와,

상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제3 파장선택 결합기와,

상기 제1, 제3 파장선택 결합기의 공통단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하

는 광증폭 모듈.

【청구항 13】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제1 파장선택 결합기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제1 단방향 광증폭기와,

상기 제1 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제4 단방향 광증폭기와,

상기 제1 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제4 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제1 광써클레이터와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제2 파장선택 결합기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제2 단방향 광증폭기와,

상기 제2 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제3 단방향 광증폭기와,



상기 제2 단방향 광증폭기의 출력단자와 상기 제3 단방향 광증폭기의 입력단자에 각각 입력단자와 출력단자가 연결된 제3 파장선택 결합기와,

상기 제1 광써클레이터의 공통단자와 상기 제3 파장선택 결합기의 공통단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 14】

제8항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단방향 광증폭기는 회로류 첨가 광섬유 증폭기, 반도체 광증폭기, 라만 광증폭기 중 어느 하나임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 15】

제8항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 서로 다른 대역 파장의 광신호를 결합하거나 분리하는 파장 다중화기로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 16】

제8항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 입력, 출력, 공통단자를 가진 광써클레이터와, 상기 광써클레이터의 입력단자와 연결되어 미리 설정된 파장 대역의 광신호는 통과시키고 다른 파장 대역의 광신호는 차단하는 제1 대역통과

필터와, 상기 광써클레이터의 출력단자와 연결되어 상기 제1 대역통과필터와 통과 및 차단대역이 반대인 제2 대역통과필터로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 17】

제8항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 서로 인접한 파장의 광신호를 결합하거나 분리하는 파장 교대 결합기로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 18】

제8항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 입력, 출력, 공통단자를 가진 하나의 광써클레이터와, 상기 광써클레이터의 입력단자에 연결되어 통과 또는 차단되는 파장 대역이 미리 설정된 주기로 반복되는 제1 콦 필터와, 상기 광써클레이터의 출력단자에 연결되어 통과 또는 차단되는 파장 대역의 반복주기는 상기 제1 콦 필터와 동일하며 그 절대값이 주기의 반만큼 떨어진 제2 콦 필터로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

#### 【청구항 19】

양방향으로 진행하는 하향/상향 광신호를 증폭하기 위한 제1, 제2 입/출력 포트를 구비한 양방향 광증폭 모듈에 있어서,

상기 제1 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제5 파장선택 결합기와,

상기 제5 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제5 단방향 광증폭기와,

상기 제5 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제8 단방향 광증폭기와,

상기 제2 입/출력 포트에 공통단자가 연결되어 양방향으로 진행하는 광신호의 분리/결합을 수행하는 제6 파장선택 결합기와,

상기 제6 파장선택 결합기의 출력단자에 입력단자가 연결된 제6 단방향 광증폭기와,

상기 제6 파장선택 결합기의 입력단자에 출력단자가 연결된 제7 단방향 광증폭기와,

상기 제5, 제6 단방향 광증폭기 각각의 출력단자에 제1, 제2 입력 단자가 각각 연결된 제7 파장선택 결합기와,

상기 제7, 제8 단방향 증폭기 각각의 입력단자에 제1, 제2 출력단자가 각각 연결된 제8 파장선택 결합기와,

상기 제7, 제8 파장선택 결합기의 공통단자 사이에 연결되며, 분산 보상을 위한 수단, 광증폭기 이득 평탄화를 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적 제거, 광신호의 파워 조절을 위한 수단 중 적어도 하나를 가지는 중간단 소자를 포함하는 구성함을 특징으로 하

는 광증폭 모듈.

【청구항 20】

제19항에 있어서, 상기 단방향 광증폭기는 희토류 첨가 광섬유 증폭기, 반도체 광증폭기, 라만 광증폭기 중 어느 하나임을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

【청구항 21】

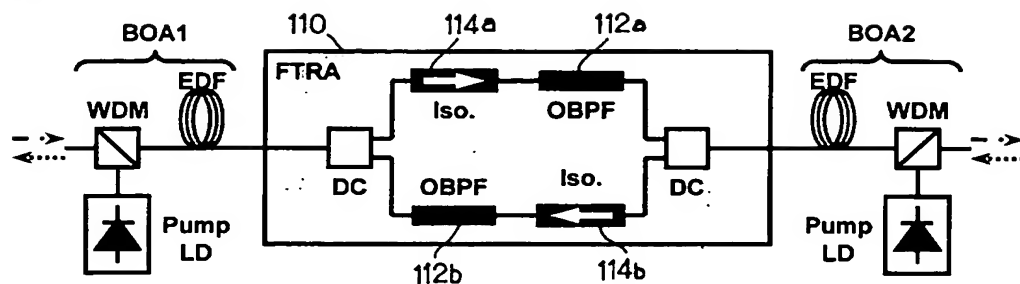
제19항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 서로 다른 대역 파장의 광신호를 결합하거나 분리하는 파장 다중화기로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

【청구항 22】

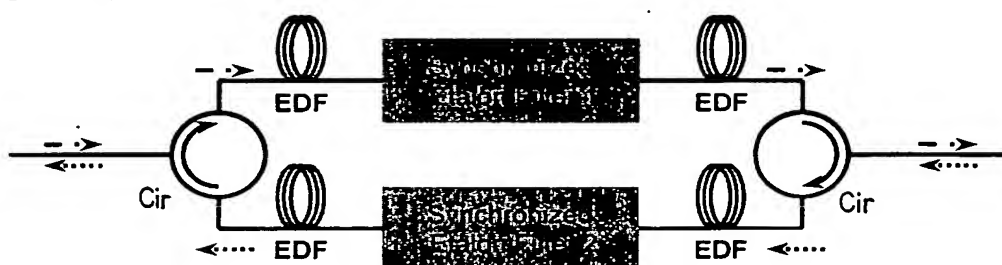
제19항에 있어서, 상기 파장선택 결합기는 서로 인접한 파장의 광신호를 결합하거나 분리하는 파장 교대 결합기로 구성함을 특징으로 하는 광증폭 모듈.

【도면】

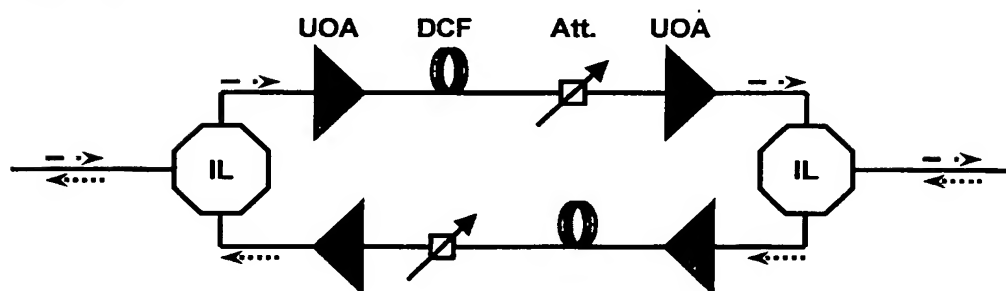
【도 1a】



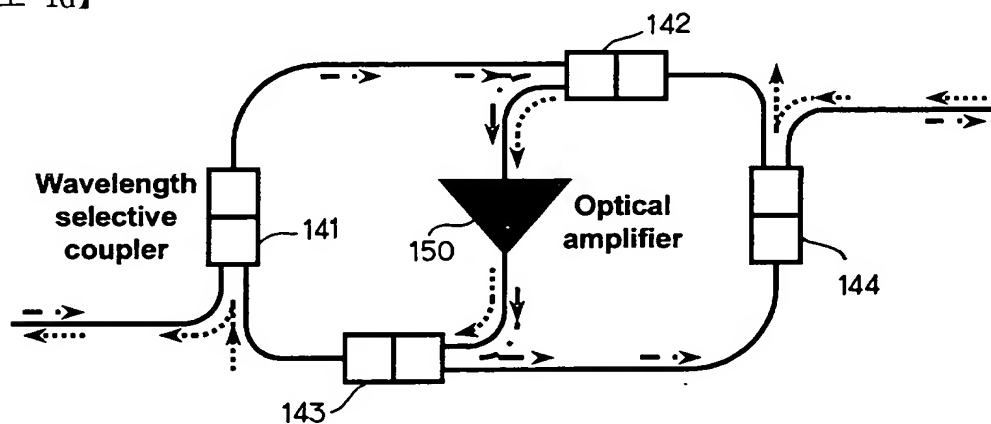
【도 1b】



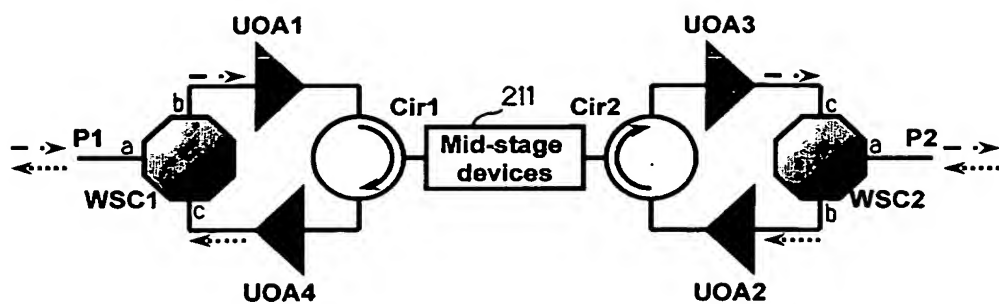
【도 1c】



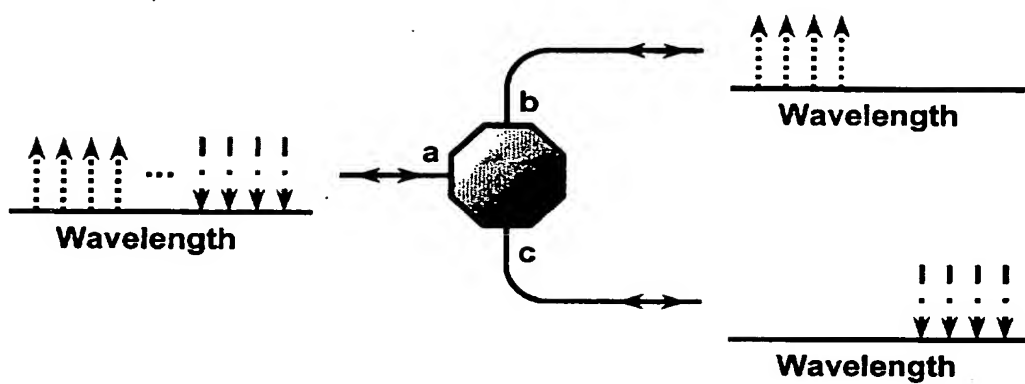
【도 1d】



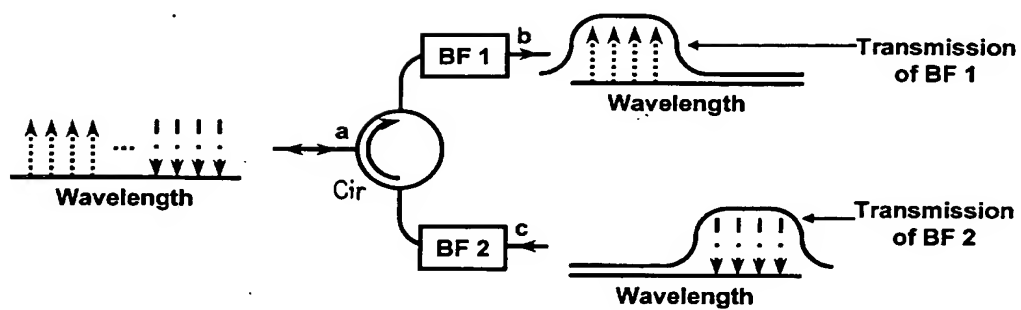
【도 2】



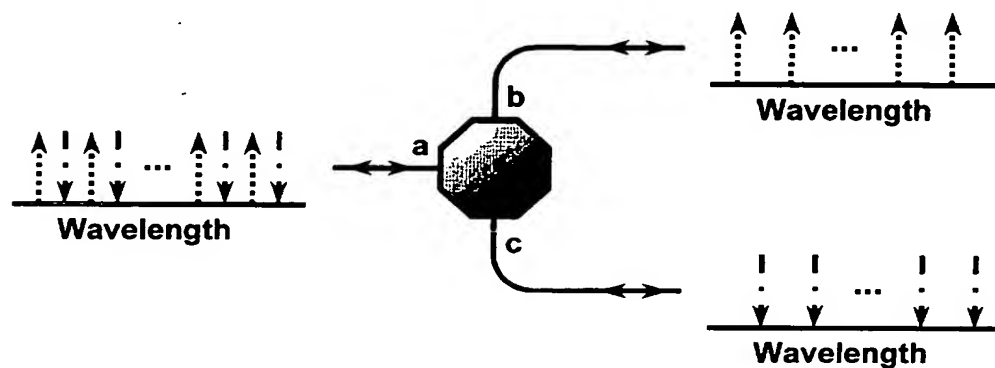
【도 3a】



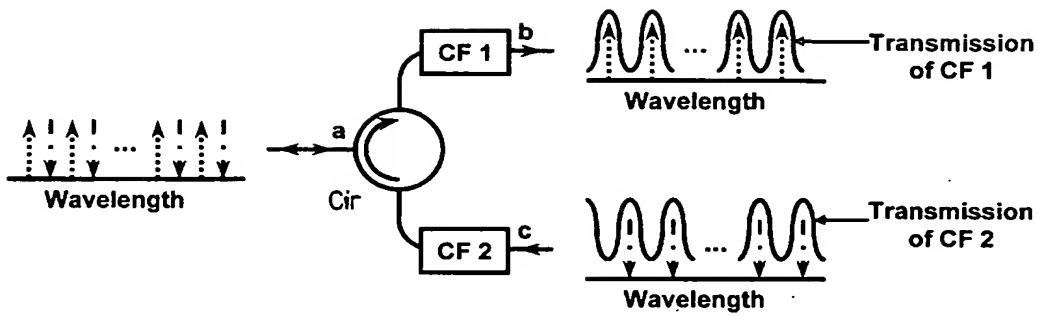
【도 3b】



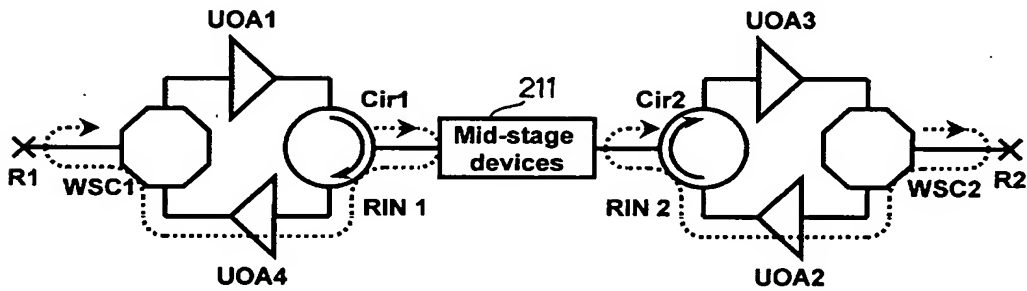
【도 3c】



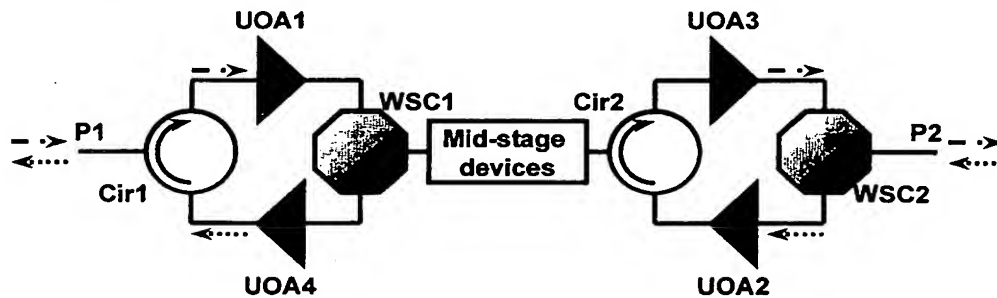
【도 3d】



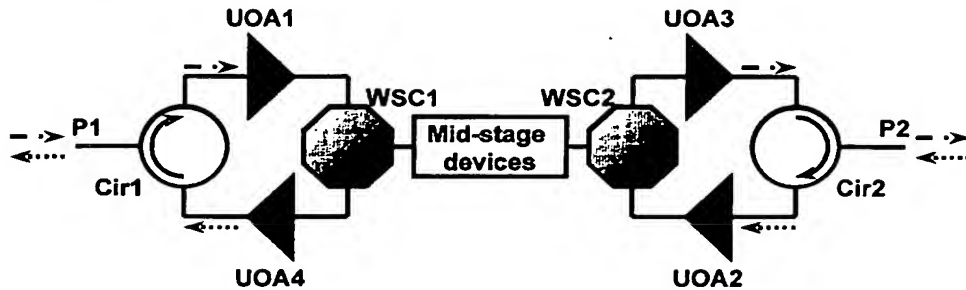
【도 4】



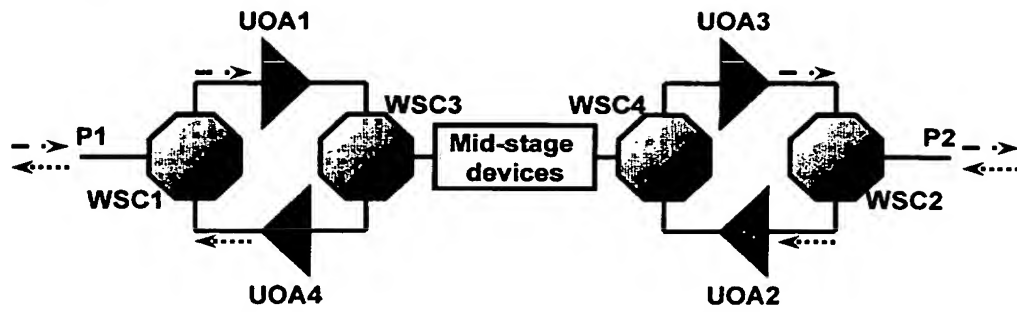
【도 5a】



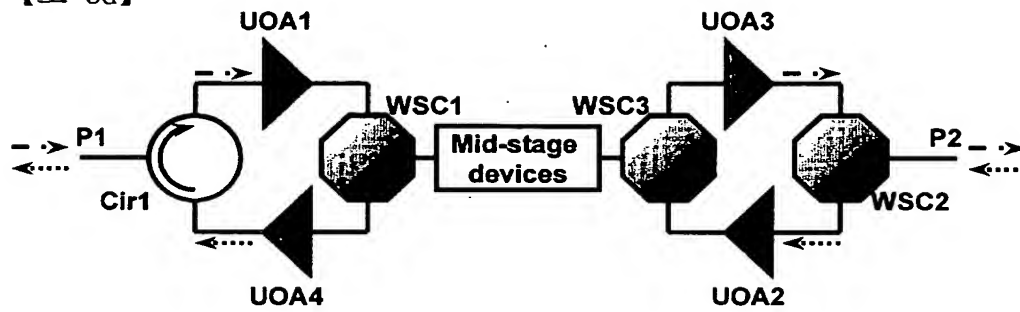
【도 5b】



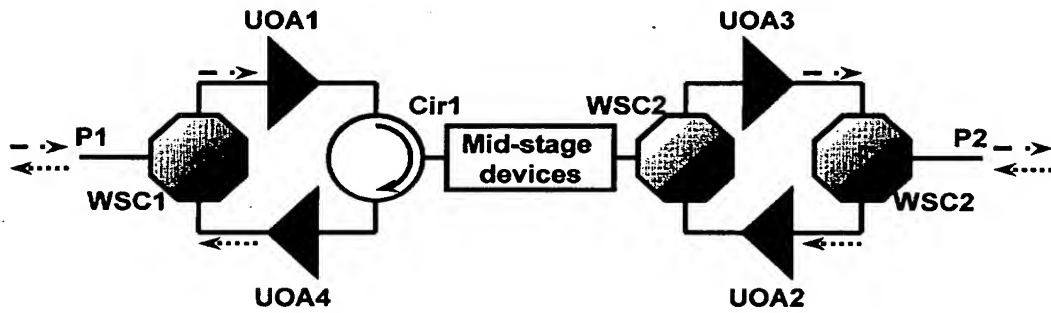
【도 5c】



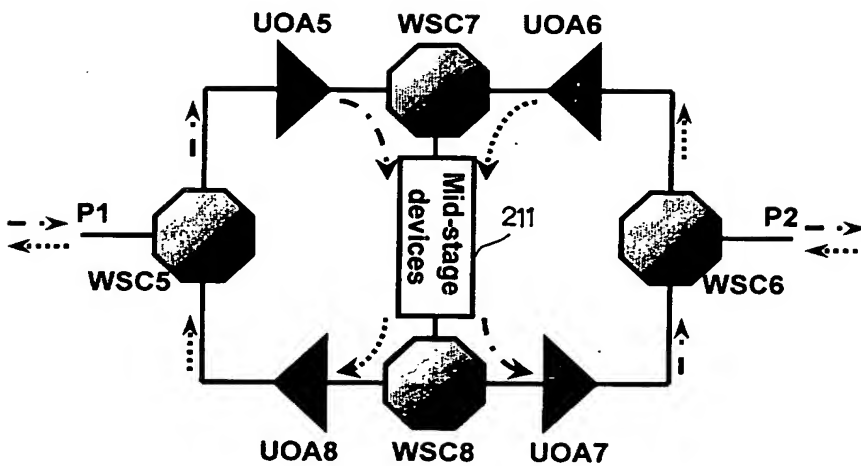
【도 5d】



【도 5e】



【도 6】





【도 7】

